

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,  
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра тракторов, автомобилей и машин  
для природообустройства

*А. А. Рудашко*

# **ТРАКТОРЫ И АВТОМОБИЛИ**

## **ТЯГОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТРАКТОРА**

*Методические указания к лабораторной работе  
для студентов, обучающихся по специальностям  
1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного  
производства, 1-74 06 04 Техническое обеспечение мелиоративных  
и водохозяйственных работ*

Горки  
БГСХА  
2022

УДК 631.372(072)

*Рекомендовано методической комиссией  
факультета механизации сельского хозяйства.  
Протокол № 6 от 22 февраля 2021 г.*

Автор:

кандидат технических наук, доцент *А. А. Рудашко*

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент *В. И. Коцуба*

#### СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения .....	3
2. Испытательный стенд и аппаратура .....	5
3. Определение тяговых показателей трактора .....	7
4. Порядок выполнения работы .....	12
5. Отчет о работе .....	14
6. Контрольные вопросы .....	14
Библиографический список .....	15

**Тракторы и автомобили. Тяговые испытания трактора** : методические указания к лабораторной работе / *А. А. Рудашко*. – Горки : БГСХА, 2022. – 15 с.

Изложена методика определения тяговых показателей колесного трактора на стенде с беговыми барабанами, приведено описание оборудования, применяемого при испытаниях, представлены методы обработки экспериментальных данных, полученных при тяговых испытаниях трактора.

Для студентов, обучающихся по специальностям 1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства, 1-74 06 04 Техническое обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ.

**Цель работы:** изучение методики лабораторных тяговых испытаний тракторов, устройства и работы приборов и оборудования, применяемых при испытаниях.

**Задачи:**

1. Ознакомиться с приборами и методикой проведения тяговых испытаний трактора.
2. Подготовить трактор, приборы и оборудование для проведения тяговых испытаний в лабораторных условиях.
3. Провести тяговые испытания трактора на стенде с беговыми барабанами.
4. Обработать полученные опытные данные и построить тяговую характеристику трактора.
5. Проанализировать построенную тяговую характеристику колесного трактора.

**Приборы и оборудование:** колесный трактор Т-30А, тормозной стенд с беговыми барабанами, динамометр, тахометр, расходомер топлива, датчики, счетчики импульсов.

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Тяговая характеристика трактора – график зависимости основных эксплуатационных показателей трактора от его нагрузки, т. е. тягового усилия  $P_{кр}$ . Под *тяговым усилием* подразумевается сила, приложенная к сцепному устройству движущегося трактора в горизонтальной плоскости в направлении его продольной оси, поддерживаемая в течение не менее 20 с или времени, необходимого для прохождения расстояния не менее 20 м, в зависимости от того, какое время больше. По тяговой характеристике можно подобрать наиболее подходящие рабочие скорости, определить загрузку двигателя и диапазоны тяговых усилий, в пределах которых возможна работа трактора с наиболее высокими динамическими и экономическими показателями на каждой передаче, а также уточнить диапазон рабочих скоростей на всех передачах.

При тяговых испытаниях на измерительном участке движущийся трактор загружают специальной динамометрической тележкой, оборудованной тормозным механизмом. С помощью этого механизма силу, приложенную к сцепному устройству трактора, можно изменять в широком диапазоне. В качестве загрузочного устройства можно использовать трактор, сопротивление движению которого регулируется изменением подачи топлива и переключением передач.

В соответствии с ГОСТ 30745–2001 перед испытаниями трактор должен быть обкатан в соответствии с рекомендациями изготовителя в объеме, допускающем последующую полную загрузку трактора по мощности. Комплектация трактора должна соответствовать указанной изготовителем в руководстве по эксплуатации для использования на работах, требующих максимального тягового усилия. Типоразмеры шин и давление в них должны соответствовать рекомендациям изготовителя, высота почвозацепов должна быть не менее 65 % от номинальной. Линия действия тягового усилия должна быть горизонтальной и лежать в продольной плоскости симметрии трактора, отклонение от нее должно быть не более 3°.

Испытания следует проводить при атмосферном давлении не менее 96,6 кПа и температуре окружающего воздуха 16...30 °С. Длина участка испытания должна быть не менее 60 м. Основные фонны, на которых проводят испытания, – трек с асфальтобетонным покрытием, стерня колосовых и поле, подготовленное под посев. Влажность почвы в слое 0...15 см должна находиться в пределах 8...22 %. Тяговое усилие на каждой передаче должно изменяться последовательно от нуля до максимального значения. Максимальное тяговое усилие должно ограничиваться началом неустойчивой работы двигателя или буксованием движителей, предельное значение которого для колесных тракторов должно быть на треке 15 % и на почвенных фонах – 30 %. Число ступеней нагрузки должно быть достаточным для определения максимальной мощности.

Измерения проводят при поддержании заданного тягового усилия в течение не менее 20 с или времени, необходимого для прохождения расстояния не менее 20 м, в зависимости от того, какое время больше. На режиме максимальной тяговой мощности расход топлива измеряют за время прохождения трактором не менее 100 м.

Допускается определение тяговых показателей колесных тракторов на подвижной поверхности, например на стенде с беговыми барабанами. Тормозная балансирная машина стенда позволяет изменять усилие, затрачиваемое трактором на вращение барабанов, и тем самым имитировать загрузку сцепного устройства трактора. Для перехода от тяговых показателей, полученных в результате стендовых испытаний, к показателям, соответствующим треку или почвенным фонам, используется определенная методика пересчета.

Результаты тяговых испытаний обрабатывают с целью определения основных тяговых показателей и оформляют в виде протокола.

Тяговая характеристика должна быть представлена в виде таблицы и графика.

На тяговой характеристике трактора отображаются следующие показатели: действительная скорость движения трактора  $v_d$ ; коэффициент буксования движителей  $\delta$ ; тяговая мощность трактора  $N_{кр}$ ; часовой расход топлива  $G_T$ ; удельный расход топлива на единицу тяговой мощности  $g_{кр}$ ; тяговый КПД трактора  $\eta_T$ .

## 2. ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД И АППАРАТУРА

Тормозной стенд для тяговых испытаний трактора 8 состоит из балансирующей машины 14, весового устройства 15, жидкостного реостата 16, трансмиссии 13 и беговых барабанов 12 (рис. 1).

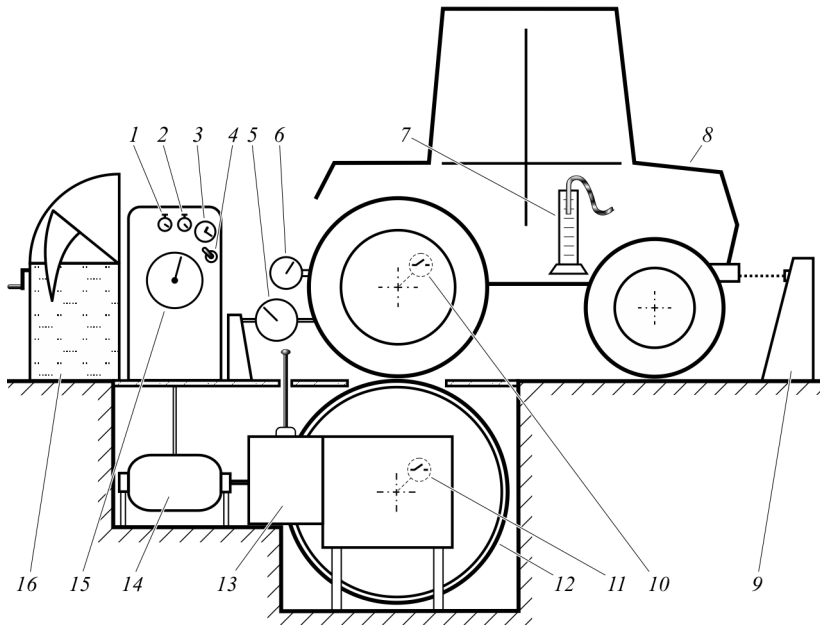


Рис. 1. Схема стенда с беговыми барабанами: 1 – счетчик оборотов беговых барабанов; 2 – счетчик оборотов ведущих колес; 3 – тахометр балансирующей машины; 4 – выключатель счетчиков оборотов; 5 – динамометр; 6 – тахометр ВОМ; 7 – расходомер топлива; 8 – трактор; 9 – прицепное устройство; 10 – датчик оборотов ведущих колес; 11 – датчик оборотов беговых барабанов; 12 – беговые барабаны; 13 – трансмиссия стенда; 14 – балансирующая машина; 15 – весовое устройство; 16 – реостат

Испытуемый трактор 8 устанавливают на беговые барабаны 12 таким образом, чтобы оси задних колес трактора и беговых барабанов находились в одной вертикальной плоскости. Передняя часть трактора присоединяется к причальному устройству 9, а сцепное устройство трактора – к динамометру 5. Динамометр при этом должен находиться в горизонтальном положении. Он предназначен для измерения тягового усилия трактора. Причальное устройство служит для блокировки перемещения трактора назад во время испытаний.

Балансирная машина 14 представляет собой электродвигатель с фазным ротором, подвешенный на стойках с помощью двух опорных цапф, закрепленных на основании. Весовое устройство 15 служит для измерения тормозного момента, возникающего на роторе электродвигателя при испытаниях. В зависимости от частоты вращения ротора электродвигатель может работать в двигательном и генераторном (тормозном) режимах. Жидкостный реостат 16 служит для пуска электродвигателя, регулирования частоты вращения ротора при работе в двигательном режиме и регулирования нагрузки на балансирную машину в тормозном режиме.

Коробка передач трансмиссии стенда позволяет ступенчато изменять частоту вращения беговых барабанов в двигательном режиме и частоту вращения ротора в тормозном режиме. Частота вращения ротора балансирной машины замеряется тахометром 3.

Для измерения частоты вращения заднего ВОМ трактора используется тахометр 6. Тяговое усилие на сцепном устройстве трактора замеряется динамометром 5, установленным между трактором и стационарной стойкой. Расход топлива при тяговых испытаниях определяется расходомером объемного типа 7, представляющим собой мерный сосуд, из которого вместо топливного бака производится забор топлива двигателем трактора. В этот же сосуд через сливной трубопровод производится возврат излишков топлива от двигателя.

Для измерения оборотов, сделанных беговыми барабанами за время опыта, на ось барабана установлен датчик 11, соединенный со счетчиком 1. Аналогичный датчик 2, связанный со счетчиком 2, установлен на ведущих колесах трактора.

Схема подключения датчика и счетчика оборотов представлена на рис. 2. Датчик 1 изготовлен из прерывателя системы зажигания шестицилиндрового двигателя, поэтому при вращении бегового барабана или ведущего колеса трактора контакты прерывателя замыкаются и размыкаются 6 раз за один оборот кулачка прерывателя. В результате

на счетчик оборотов 2 за один оборот барабана или колеса поступает 6 импульсов. Для отсчета электрических импульсов используется электромагнитный счетчик импульсов МЭС-54.

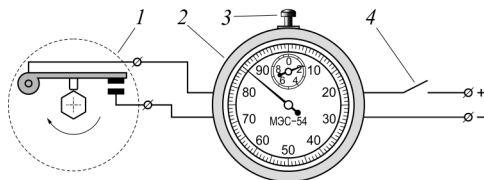


Рис. 2. Схема подключения счетчика оборотов:  
 1 – датчик оборотов; 2 – счетчик оборотов;  
 3 – кнопка сброса; 4 – выключатель

Счетчик МЭС-54 состоит из храпового механизма, редуктора, циферблата со стрелками отсчета единиц и сотен импульсов и механизма обнуления показаний счетчика с кнопкой сброса 3. Шкала единиц (от 0 до 100) расположена на внешней окружности, цена деления шкалы единиц – 1 импульс. Шкала сотен (от 0 до 10) расположена в верхней части циферблата между цифрами 90 и 10 шкалы единиц, цена деления шкалы сотен – 100 импульсов.

При подаче импульсов тока на счетчик храповой механизм и редуктор, расположенные внутри счетчика, приводят во вращение оси стрелок отсчета единиц и сотен импульсов. Длительность отсчета импульсов можно задавать выключателем 4, через который подается напряжение питания на счетчик. По окончании отсчета импульсов и снятия показаний стрелки возвращаются в нулевое положение путем нажатия на кнопку сброса, размещенную на корпусе счетчика.

### 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯГОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАКТОРА

При выполнении лабораторной работы тяговые испытания трактора проводят на одной из передач, выбранной по табл. 1.

Таблица 1. Передаточные числа трансмиссии  $i_{тр}$  и расчетные скорости движения  $v_{рас}$  трактора

Передача	I зам	II зам	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7	8
$i_{тр}$	481,39	327,05	227,32	154,44	137,33	109,3	93,3
$v_{рас}$ , км/ч	0,97	1,43	2,05	3,02	3,40	4,27	5,01



переместить в заднее положение («ПХ») и нажать на него, опуская вниз. Далее, не отпуская рычага, переместить его назад (удвоитель «I») и затем отпустить. Рычаг реверса сам станет в положение «ПХ». После этого включение или выключение передач производится только правым пультом (рис. 3, б). 7-я передача включается при перемещении рычага вниз и назад.

Чтобы включить 7-ю передачу стэнда, необходимо сначала переместить рычаг влево до упора (положение «Н»), затем вперед до включения ступени редуктора «П» (см. рис. 3, в). После этого рычаг переводится назад в положение «Н», сдвигается вправо и переводится вперед в положение «7».

Для проведения испытаний необходимо два сотрудника: тракторист и оператор стэнда. Тракторист управляет трактором и контролирует с помощью секундомера длительность каждого опыта, подавая тракторный звуковой сигнал в начале и конце каждого опыта. Оператор включает и выключает балансирную машину стэнда с помощью пульта управления, заглубляет и выглубляет ножи реостата, задавая тем самым величину тягового усилия для каждого опыта. Кроме этого оператор включает и выключает электрическое питание счетчиков оборотов барабанов и колес по звуковому сигналу, а также сбрасывает показания счетчиков между опытами.

Определение тяговых показателей трактора начинают с минимального усилия на сцепном устройстве трактора (ножи жидкостного реостата не погружены в электролит). Последующие опыты проводят, ступенчато увеличивая тяговое усилие до максимального с помощью реостата путем заглубления ножей в электролит. Время проведения каждого опыта  $t = 60$  с.

При испытаниях регистрируются следующие показатели:

- тяговое усилие  $P_{кр}$  (кН) на динамометре;
- частота вращения ВОМ  $n_{ВОМ}$  (мин<sup>-1</sup>) на тахометре ВОМ;
- показания счетчика оборотов беговых барабанов  $m_б$  (имп);
- показания счетчика оборотов ведущих колес трактора  $m_к$  (имп);
- показания расходомера топлива в начале опыта  $q_{тн}$  (см<sup>3</sup>);
- показания расходомера топлива в конце опыта  $q_{тк}$  (см<sup>3</sup>).

Опытные данные заносятся в табл. 3.

Таблица 3. Экспериментальные данные

№ опыта	$P_{кр}$ , кН	$n_{ВОМ}$ , мин <sup>-1</sup>	$m_б$ , имп	$m_к$ , имп	$q_{тн}$ , см <sup>3</sup>	$q_{тк}$ , см <sup>3</sup>	$\Delta q_t$ , см <sup>3</sup>
1							
...							

Расход топлива за время опыта  $\Delta q_T$  (см<sup>3</sup>) определяется по формуле

$$\Delta q_T = q_{ТН} - q_{ТК}. \quad (1)$$

Параметры трактора и стенда, необходимые для дальнейших расчетов, приведены в табл. 4.

Таблица 4. Параметры трактора и стенда

Параметр	Значение
Трактор	Т-30А
Передача трактора	7
Передачное число трансмиссии трактора $i_{тп}$	66,16
Передачное число ВОМ $i_{ВОМ}$	3,87
Радиус барабанов $r_б$ , м	0,575
Радиус ведущих колес $r_к$ , м	0,59
Масштабный коэффициент тахометра ВОМ $K_{ВОМ}$	4
Масштабный коэффициент счетчика импульсов барабанов $K_б$ , имп/об	6
Масштабный коэффициент счетчика импульсов колес $K_к$ , имп/об	6
Плотность топлива $\rho_T$ , г/см <sup>3</sup>	0,835

Для расчета тяговых показателей трактора используются следующие зависимости:

действительная скорость трактора (км/ч)

$$v_d = 3,6 \frac{2\pi r_б m_б}{K_б t}; \quad (2)$$

теоретическая скорость трактора (км/ч)

$$v_T = 3,6 \frac{2\pi r_к m_к}{K_к t}; \quad (3)$$

частота вращения коленчатого вала двигателя через показания тахометра ВОМ (мин<sup>-1</sup>)

$$n_d = \frac{n_{ВОМ} i_{ВОМ}}{K_{ВОМ}}; \quad (4)$$

частота вращения коленчатого вала двигателя через показания счетчика оборотов ведущих колес трактора (мин<sup>-1</sup>)

$$n_d = 60 \frac{m_к i_{тп}}{K_к t}; \quad (5)$$

коэффициент буксования задних ведущих колес (%)

$$\delta = \left( 1 - \frac{v_d}{v_T} \right) 100; \quad (6)$$

тяговая мощность (кВт)

$$N_{\text{кр}} = \frac{P_{\text{кр}} v_{\text{д}}}{3,6}; \quad (7)$$

часовой расход топлива (кг/ч)

$$G_{\text{т}} = 3,6 \frac{\Delta q_{\text{т}} \rho_{\text{т}}}{t}; \quad (8)$$

удельный расход топлива на единицу тяговой мощности (г/кВт · ч)

$$g_{\text{кр}} = 10^3 \frac{G_{\text{т}}}{N_{\text{кр}}}; \quad (9)$$

тяговый КПД трактора

$$\eta_{\text{т}} = \frac{N_{\text{кр}}}{N_e}, \quad (10)$$

где  $N_e$  – эффективная мощность двигателя, кВт.

Эффективная мощность двигателя  $N_e$  определяется по его скоростной характеристике. В лабораторной работе рекомендуется не перегружать двигатель, т. е. не выходить за пределы регуляторной ветви скоростной характеристики. При работе двигателя на регуляторной ветви зависимость мощности от частоты вращения коленчатого вала  $n_{\text{д}}$  является линейной, причем коэффициенты линейного уравнения  $N_e = f(n_{\text{д}})$  будут зависеть от положения педали газа и, следовательно, режима работы двигателя. В связи с этим расчет мощности производят в два этапа.

На первом этапе определяют мощность двигателя в первом  $N_{e1}$  и последнем (пятом)  $N_{e5}$  опытах по зависимостям:

$$N_{e1} = 0,0049n_{\text{д}1} - 1,024; \quad (11)$$

$$N_{e5} = 0,0095n_{\text{д}5} - 0,199, \quad (12)$$

где  $n_{\text{д}1}$  и  $n_{\text{д}5}$  – соответственно частота вращения коленчатого вала двигателя в первом и пятом опытах,  $\text{мин}^{-1}$ .

Приведенные эмпирические зависимости (11) и (12) справедливы для двигателя Д-120 трактора Т-30А.

На втором этапе для промежуточных опытов № 2–4 определяют значения мощности  $N_{ei}$  при частоте вращения  $n_{di}$ :

$$N_{ei} = N_{e1} + \frac{N_{e5} - N_{e1}}{n_{\text{д}1} - n_{\text{д}5}} (n_{\text{д}i} - n_{\text{д}1}). \quad (13)$$

Результаты расчетов по уравнениям (2)–(13) заносятся в табл. 5.

Таблица 5. Расчетные данные

№ опыта	$n_d, \text{мин}^{-1}$	$v_d, \text{км/ч}$	$v_T, \text{км/ч}$	$\delta, \%$	$N_{кр}, \text{кВт}$	$N_e, \text{кВт}$	$G_T, \text{кг/ч}$	$g_{кр}, \text{г/кВт} \cdot \text{ч}$	$\eta_T$
1									
...									

По данным табл. 5 строится экспериментальная тяговая характеристика испытуемого трактора (рис. 4).

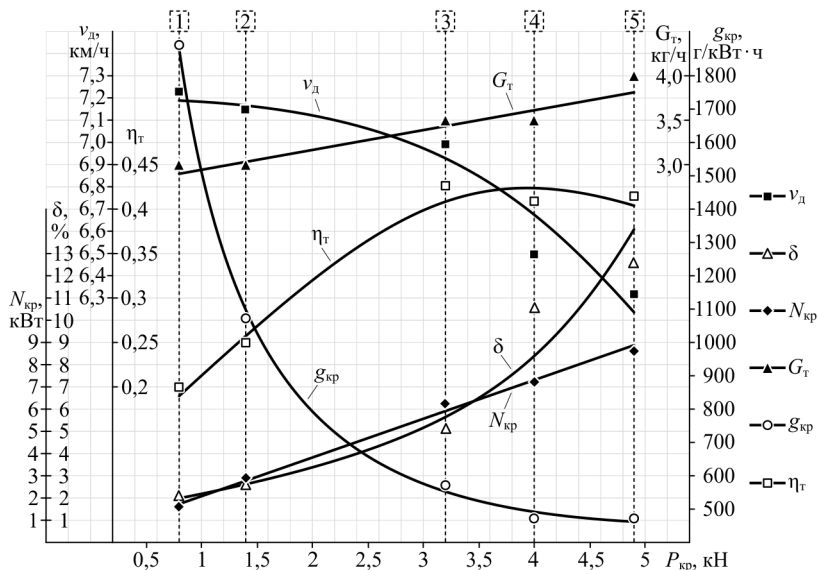


Рис. 4. Тяговая характеристика трактора (пример)

#### 4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с испытательным стендом, аппаратурой и методикой испытаний.
2. Оператору стенда расставить студентов по рабочим местам (расходомер топлива, тахометр ВОМ, динамометр, счетчик оборотов барабанов, счетчик оборотов колес).
3. Оператору включить блок питания счетчиков оборотов в электрическую сеть. Включить счетчики, проверить их работу, выключить, сбросить показания.

4. Снять стенд с ручного тормоза. Проверить включение 7-й передачи на стенде.

5. Включить вытяжную вентиляцию в лаборатории.

6. Трактористу включить 7-ю передачу в тракторе. Выжать педаль сцепления.

7. Оператору включить балансирующую машину стенда, нажав кнопку «Пуск» на пульте управления. Плавно заглабляя ножи реостата в электролит, увеличить частоту вращения ротора балансирующей машины с 0 до 500...700 мин<sup>-1</sup>. При этом беговые барабаны начнут вращаться, вращая задние ведущие колеса трактора.

8. Трактористу плавно отпустить педаль сцепления. Дождаться запуска двигателя трактора.

9. Оператору выглубить ножи реостата из электролита. Выключить балансирующую машину нажатием кнопки «Стоп» на пульте управления. Беговые барабаны при этом продолжают вращаться от ведущих колес трактора.

10. Трактористу, не выключая передачи, прогреть двигатель трактора в течение 5 мин. Поскольку при включенной передаче беговые барабаны будут вращаться вместе с колесами трактора, то одновременно прогреются трансмиссии трактора и стенда.

11. Трактористу подать звуковой тракторный сигнал о начале опыта. Одновременно оператору включить питание счетчиков оборотов барабанов и колес. Одновременно студенту зафиксировать начальные показания расходомера топлива.

12. Студентам через 10...20 с после начала опыта снять показания тахометра ВОМ и динамометра.

13. Трактористу через 60 с подать звуковой тракторный сигнал об окончании опыта. Одновременно оператору отключить питание счетчиков оборотов барабанов и колес. Одновременно студенту зафиксировать конечные показания расходомера топлива.

14. Студентам снять показания счетчиков оборотов барабанов и колес. После этого оператору сбросить показания счетчиков нажатием на кнопки сброса.

15. Оператору включить балансирующую машину и заглаблить ножи реостата в электролит, добиваясь увеличения тягового усилия трактора приблизительно на 1 кН по сравнению с предыдущим опытом.

16. Повторить действия, изложенные в пп. 11–15 для опытов № 2–4, и действия, изложенные в пп. 11–14 для опыта № 5. Повторное включение балансирующей машины (п. 15) при этом не требуется.

17. Оператору выглубить ножи реостата из электролита и выключить балансирующую машину. Выключить блок питания счетчиков.
18. Трактористу выключить передачу трактора и заглушить двигатель.
19. После остановки вращения барабанов поставить стенд на ручной тормоз.
20. Выключить вытяжную вентиляцию в лаборатории.
21. Результаты измерений занести в табл. 3.
22. Используя данные табл. 4, по формулам (1)–(13) рассчитать тяговые показатели трактора.
23. Результаты расчетов занести в табл. 5.
24. По данным табл. 5 построить тяговую характеристику трактора.

## **5. ОТЧЕТ О РАБОТЕ**

1. Привести определение тяговой характеристики и перечислить отображаемые на ней показатели.
2. Изобразить схему стенда с беговыми барабанами.
3. Привести табл. 4 и расчетные формулы (1)–(13).
4. Подготовить табл. 3 и 5 для выполнения пяти опытов.
5. Обработать результаты испытаний и заполнить таблицы.
6. Построить тяговую характеристику трактора.
7. Проанализировать построенную тяговую характеристику.

## **6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Что такое тяговая характеристика трактора?
2. Какова цель тяговых испытаний?
3. Как в ходе испытаний загружают трактор?
4. Какие показатели регистрируются в ходе испытаний?
5. Какие показатели определяются по результатам испытаний?
6. При каком тяговом усилии трактор имеет наилучшую топливную экономичность?
7. При каком тяговом усилии трактор используется наиболее эффективно?

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кравченко, В. А. Испытания автомобилей и тракторов : лаб. практикум / В. А. Кравченко, В. А. Оберемок. – Зерноград : ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2016. – 169 с.
2. Скотников, В. А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля / В. А. Скотников, А. А. Машенский, А. С. Солонский. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 383 с.
3. Тракторы: Испытания / В. В. Гуськов [и др.] ; под общ. ред. В. В. Гуськова. – Москва : Машиностроение, 1986. – 182 с.
4. Тракторы сельскохозяйственные. Определение тяговых показателей : ГОСТ 30745–2001. – Введ. 01.09.03. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Беларус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2003. – 12 с.

Учебное издание

**Рудашко Александр Александрович**

**ТРАКТОРЫ И АВТОМОБИЛИ**

**ТЯГОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТРАКТОРА**

**Методические указания к лабораторной работе**

*Редактор Е. В. Ширалиева*

*Технический редактор Н. Л. Якубовская*

*Корректор А. С. Зайцева*

Подписано в печать 03.01.2022. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.

Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 0,65.

Тираж 60 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.

Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.